



TITLE:

# 林木稚苗の蒸散, 吸水作用の日変化 および両作用に及ぼす外的環境因 子の影響

AUTHOR(S):

藤本, 幸司

---

CITATION:

藤本, 幸司. 林木稚苗の蒸散, 吸水作用の日変化および両作用に及ぼす外的環境因子の影響. 京都大学農学部演習林報告 1959, 28: 1-12

ISSUE DATE:

1959-03-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191309>

RIGHT:

# 林木稚苗の蒸散，吸水作用の日変化および 両作用に及ぼす外的環境因子の影響

藤 本 幸 司

Kōji FUJIMOTO

Diurnal Changes of the Rates of Transpiration and Absorption  
of Water and the Effect of the environmental Factors on these  
two Functions in Tree Seedlings.

## 目 次

### I は じ め に

### II 蒸散，吸水作用の日変化

#### 1) 材料および方法

#### 2) 実験結果と考察

### III 蒸散，吸水作用に及ぼす光，風および培養液濃度 の影響

#### 1) 材料および方法

### 2) 実験結果と考察

#### i) 同一条件を長時間続けた場合

#### ii) 条件を短時間で変化させた場合

### IV 総 括

#### 文 献

#### Résumé

## I は じ め に

植物の蒸散，吸水作用は光，風，温度，湿度，土壤水分状態といった外的因子，導管や細胞の導水抵抗，気孔の開閉といった内的因子などさまざまな環境因子の影響をうけその様相を非常に複雑なものにしており，しかもこの両作用はお互にも影響しあつてさらに一層複雑なものとなつてゐる。植物はこのような蒸散，吸水作用の相対的な速度によつて自らの水分含量を適度に保つよう絶えず調節をおこなつてゐる。すなわち，体内の含水量に一つの動的な平衡状態を達成しようと務めているのである。この内部水分の平衡こそ植物の水分関係において最も重要なものである。もしも，吸水が十分に速いなら，たとえ蒸散が速くても長期間にわたる含水量の不足あるいは膨圧の減少を生じないから植物にとって本質的な害はないといえる。これに反して非常にゆっくりした蒸散であつても吸水速度がそれ以上に遅いならば葉の細胞は膨圧を失つて萎え，その植物はしおれてしまう。このような状態があまり長くつづき，その程度がひどい場合は遂には枯死してしまう。したがつて，このような蒸散，吸水両作用間の相対的な関係を探究する事は，いずれか一方の絶対的な速度の研究より一層重要なものと思われる。

私はこれらの環境因子のうち外的因子として光，風，培養液濃度をえらび蒸散，吸水両作用に及ぼすこれらの因子の影響を調べてみたがいまだ不十分な点も多く今後もつづけたい。何分の御教示を賜わらば幸と思う。

本研究に際して絶えず御指導，御助言いただいた岡崎教授，和田講師に厚く御礼申上げる。

## II 蒸散, 吸水作用の日変化

蒸散作用と吸水作用が自然の環境の下では種々の気候因子やその他の条件によつて昼夜, 四季, 地方および植物の種類によつてそれぞれの特徴を示すことは広く認められているところである。

そこで私は林木稚苗についてそれを調べるため, 31年の夏期, 冬期の2回にわたり良く晴れた日を選んで蒸散, 吸水両作用の状態を調べてみた。

### 1) 材料および方法

材料は京都大学附属演習林本部試験地苗畑に播種育成されたスギ, アカマツ各1年生苗およびスギ, ヒノキ各2年生苗を用いた。これらの苗は実験に先立つ3ヶ月前に苗畑より注意深く掘取り, 直径3 cm, 長さ21 cmの円筒形をした培養管に移し, 温度20°C, 湿度60%の制御室内で水耕培養によつて育てた。かくして水耕された苗は掘取りのために生じた傷がなくなり白色の吸収根を叢生させ新しい環境に順応した苗となる。(Photo. 1)

つぎに, 蒸散, 吸水の2つの過程を同時に測定するために Fig. 1 の如き potometer を用い, その重量の変化によつて蒸散量を, そしてその中の水の容量の変化によつて吸水量を求めることとした。この potometer は硬質ガラスよりなる高さ約10 cm, 底部の直径約7 cm, 上部の直径約3 cmの円錐体をした瓶に上部を細くした長さ約13 cmのガラス管を融着したもので, その側管の上部の細い所には1目盛が0.002 ccに相当する細線が刻んである。そしてその容量は約170 ccである。potometerの口の所は苗を設置するために約5 mmの小孔をあけ2つに切り離すことができるようにしたゴム栓 (Fig. 1 左) をする。

前述のごとくして水耕培養によつて育てた苗を培養管より取出し, その茎の下部に綿 (脱脂してない綿) を巻き附けてそこをゴム栓にはさみ蒸溜水を満たした potometer に気泡を生じないようにして固定した。苗をはさんだゴム栓の小孔は水分の蒸発や気泡の入るのを防ぐためワセリンで密封した。なお, 側管の上部よりの水分の蒸発は予備実験の結果きわめてわずかで無視してもよいことを確めた。(Photo. 2) このようにして装置した potometer を, 苗の根部に光線が当たらないようにするため, 苗を植えた potometer の上部と側管の上部だけが外に出るような箱に入れて実験を行つた。(Photo. 3)

この際, 目方の変化には光合成や呼吸による植物体構成物質の量の変化も関係しているはずであるが, 盛んに蒸散が行われている場合にはそれらに比して水の量の変化はしばしば数百倍にも達するほど大きいので実験中に起つた目方の減少をそのまま蒸散による変化と見做してもたいした誤差にはな

※用いた培養液は大政氏の1/100液である。

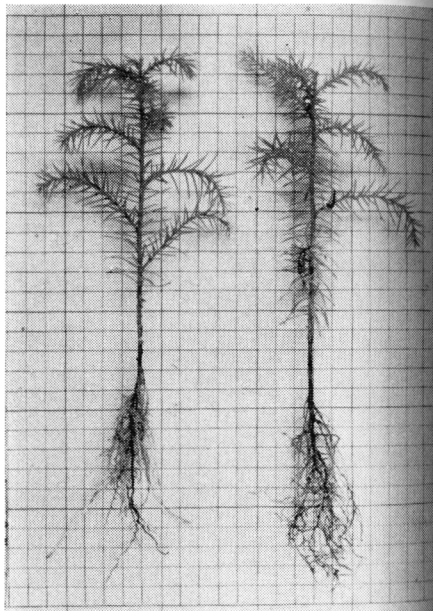


Photo. 1 1-year-old Sugi

Fig 1. Potometer

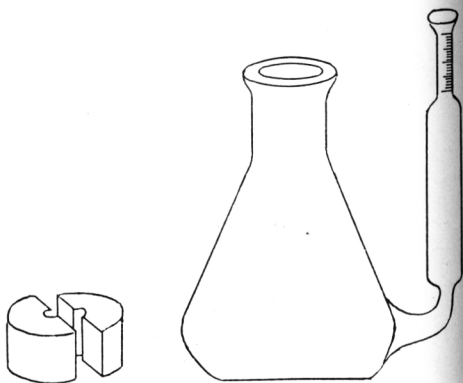




Photo. 2 Potometer (2-years-old Sugi)

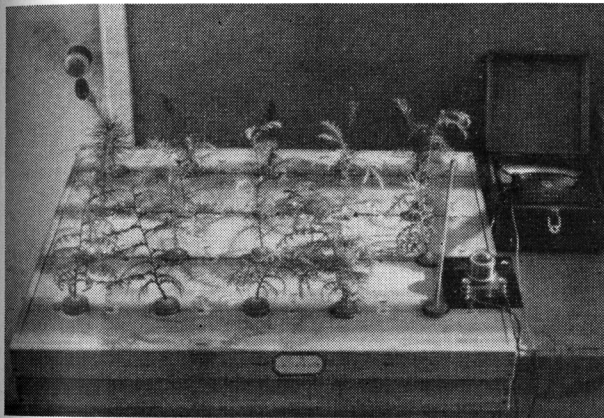


Photo. 3 The potometer box under determination of diurnal changes of transpiration and absorption.

らないと思われる。また、この potometer によつて吸水量を測定する場合には potometer 中の水の容積の変化を基とするのであるから温度による水の容積の変化の影響があるが、これも恒温、恒湿の制御室であるため防ぐ事が出来た。

したがつて、ここで変化する主な外的因子は光だけであり、この光の強さはゴルチンスキーの日照計により日射量を mV で測定し、その値を lux に換算した。

測定は良く晴れた日を選び、夏期（8月19日～20日）と冬期（12月29日～30日）の2回、2時間間隔で丸一昼夜つづけた。

## 2) 実験結果と考察

Fig. 2, Fig. 3 に掲げるグラフは昭和31年の夏と冬の実験結果で、前者にあつてはスギ2年生苗9個体の結果の平均、後者にあつてはスギ1年生苗7個体、アカマツ1年生苗6個体、ヒノキ2年生苗6個体の結果のそれぞれの平均を示したものである。

これらの夏期と冬期との実験結果の間には、また冬期の各樹種の実験結果の間には本質的な差異の存在していないことが見られる。すなわち、蒸散、吸水ともに12時～14時の間に最高に達し、夜間に最低を示している。昼間日照度の強いときには蒸散は吸水をしのぎ、その後日照度が下るとともに、蒸散は急激に減少する。それに反して、吸水は漸次減少し、p. m. 4 時過ぎには（冬期にあつては p. m. 4 時前）蒸散を越え、この状態は早朝まで続く。そして夜が白々と明ける頃になると蒸散はふたたび吸水を凌駕し急激な上昇

をするが、吸水はゆつくりと上昇する。また、吸水の最高は相対する蒸散の最高よりも幾分低く、吸水の最低は相対する蒸散の最低よりもやや高くなっている。これは KRAMER (1937) の得た結果と同じである。ここで、早朝 9 時～11 時頃に蒸散量が少し減少しているのは、夏期の実験では光度の減少（雲が出て来て日蔭になつたため）もあるが、一般に 7～8 時頃からの光度の急激な上昇によつて蒸散量があまりに大きくなつたための減少であろうと思われる。すなわち、7～8 時頃からの蒸散量の急激な増加は、植物体内の水分量を減少させ、その結果続いて起る蒸散作用に抑制的に働いたものと察せられる。これに対して吸水量はそのまま上昇している。

このように、蒸散作用と吸水作用の日変化がほぼ同じような日行程を示し、やや吸水作用が蒸散作用に遅れるということは吸水量が水分の損失量すなわち蒸散量によつて決定されるということを意味



Fig 2. Diurnal changes of transpiration and absorption.  
(Aug. 19~20, Fine)

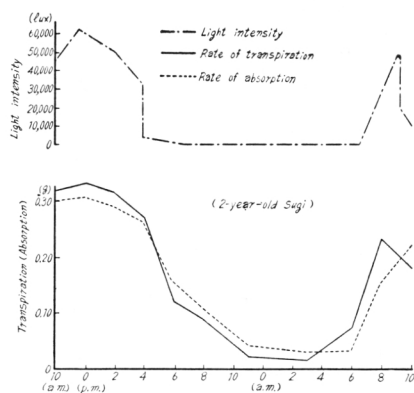
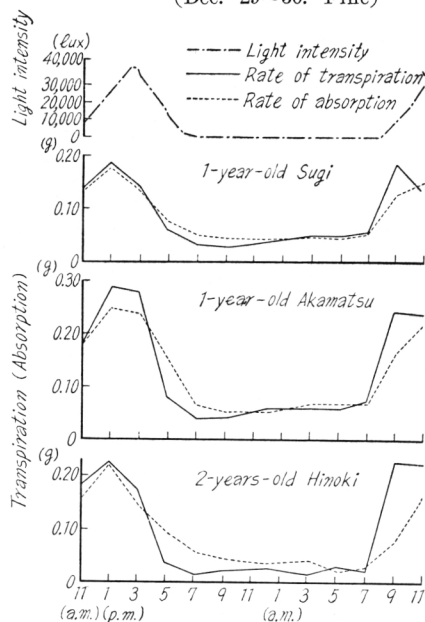


Fig 3. Diurnal changes of transpiration and absorption.  
(Dec. 29~30, Fine)



するものであろう。KRAMER (1939) によれば、このようにしてうながされる根の受動的吸水作用は根自身の細胞の吸水力に起因する積極的吸水作用にくらべて 10~100 倍にも達するという。したがって、午前中蒸散量が急上昇しているのに対し、吸水量の上昇がやや緩慢なのは蒸散が葉の内部の空気から外部の空気への蒸気圧勾配の変化にすぐに応ずるのに対して、吸水が蒸散によつて葉の中に拡がった水分不足が根に伝達されるまで増加しないという事実の結果であると説明しうる。また、夕方になつて光度が減少するにつれ蒸散が急激に減少するのに対して、吸水の減少が遅れるのもまた、吸水を制御する植物体内の水分不足がまだ償われていないという事実を示すものであろう。

このような蒸散に対する吸水の遅れは野外の条件下においてはさらに著しいものとなるであろう。なぜならば、potometer の中には蒸溜水が満たされており最も吸水に適した条件にあるのに対して野外においては土壤が時々野外含水量にまで湿らされるにすぎず、その吸水条件が potometer より悪い時がしばしばあるからである。

植物体内における 1 日の内部水分をみると、植物体は日出前に最大含水量を有する。(Table 1). 日出後の光度の上昇は吸水量よりもまず蒸散量を急激に増進させるから体中の含水量は漸減する。そ

Table 1. Times of minimum and maximum water content.

	Time of min. water content	Time of max. water content
2-years-old Sugi	p. m. 5	a. m. 6
1-year-old Sugi	" 4	" 2
1-year-old Akamatsu	" 4	p. m. 10
2-years-old Hinoki	" 2	a. m. 4

して、最大蒸散時よりやや遅れて含水量は最小になる。すなわち、蒸散速度と吸水速度とが等しくな

った時である。夕方になり光度が弱くなると、蒸散作用より吸水作用が優勢になり含水量はしだいに増え、夜中から日出前にかけてふたたび最大含水量に達する。

KRAMER (1937) はヒマワリの吸水、蒸散作用と葉の含水量を同時に測定し、葉の含水量の最小の時期は最大蒸散の時に大体一致しており、葉の最大含水量の時は蒸散速度が増加しはじめる数時間前の真夜中にやつてくると報告している。

しかしながら、最大含水量の時は昼間の蒸散、吸水作用の結果いかんによつて一概にはいえない。夏期のように昼間の蒸散が吸水に対して大きく、内部水分不足も大きくなっているような時には遅くに、冬期のように内部水分不足が比較的少く、しかも太陽が早く沈むような時には夜早くあらわれている。したがって、非常に暑く、乾燥した日には水分差は非常に大きくなり夜間にそれを補いえず不利な水分平衡状態の下で翌日の活動を始めることもある。このような日が長くつづけば植物は顕著な水分不足をきたして遂には萎凋しよう。

### III 蒸散、吸水作用に及ぼす光、風および培養液濃度の影響

蒸散、吸水両作用が他の生理作用と同様に内적および外적の諸条件の影響をうけて変化することは言をまたない。

私はこれらの環境因子のうち外적因子として光、風および培養液濃度を取りあげてみた。

このうち光および風と培養液濃度とは蒸散、吸水作用に与える影響の仕方が異なっている。すなわち、光と風とは蒸散を司る地上系に直接的な影響を与え、吸水に対しては蒸散量の多少を通して間接的な影響を与える。これに対して、培養液濃度の違いはまづ吸水を司る根系に影響し、この吸水量の多少を通じて蒸散作用に影響を与えることである。

このようなある外적条件がいかに影響するかを詳しく研究するためには、目的とする条件以外の条件を一定にする必要がある。このことは従来からも度々説かれていたことであるが、その方法上あるいは経費の上からなおざりにされていた感が深い。

私は実験に potometer を用いる関係からもその必要があつたのであるが、さいわい京都大学農学部にある恒温、恒湿の暗室を使用することが出来たので、温度、湿度を制御した上で光、風および培養液濃度の林木稚苗の蒸散、吸水作用に及ぼす影響を調べてみた。

#### 1) 材料および方法

実験植物としては前述のごとく水耕によつて育てたスギ2年生苗を用いた。

光の影響を調べるのには Photo. 4 のような照明装置を使用した。これは写真照明用電球を用い、電球の熱が直接実験植物にいたらないようにその間に厚いガラスの底をもつた水槽を設けてある。この水槽は植物にあたる光の強さを一様にするのにも役立つ。水槽の水は電球による水温の上昇を防ぐため絶えずサイフォンで波が立たないよう静かに交替させた。光度の調節は電球の明かるさ (アイのレフレクターランプ…フラット…の 500

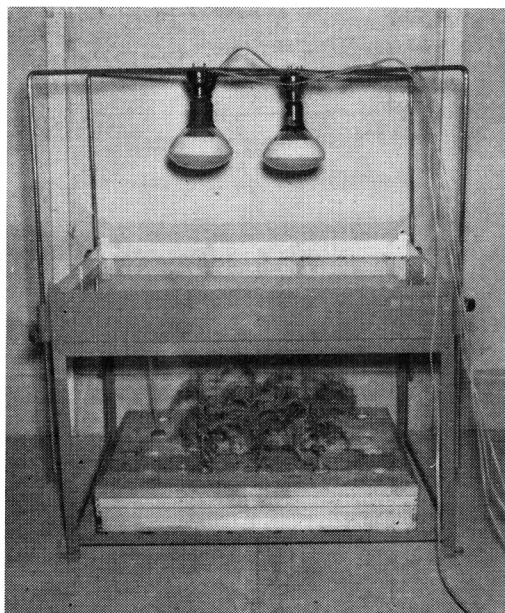
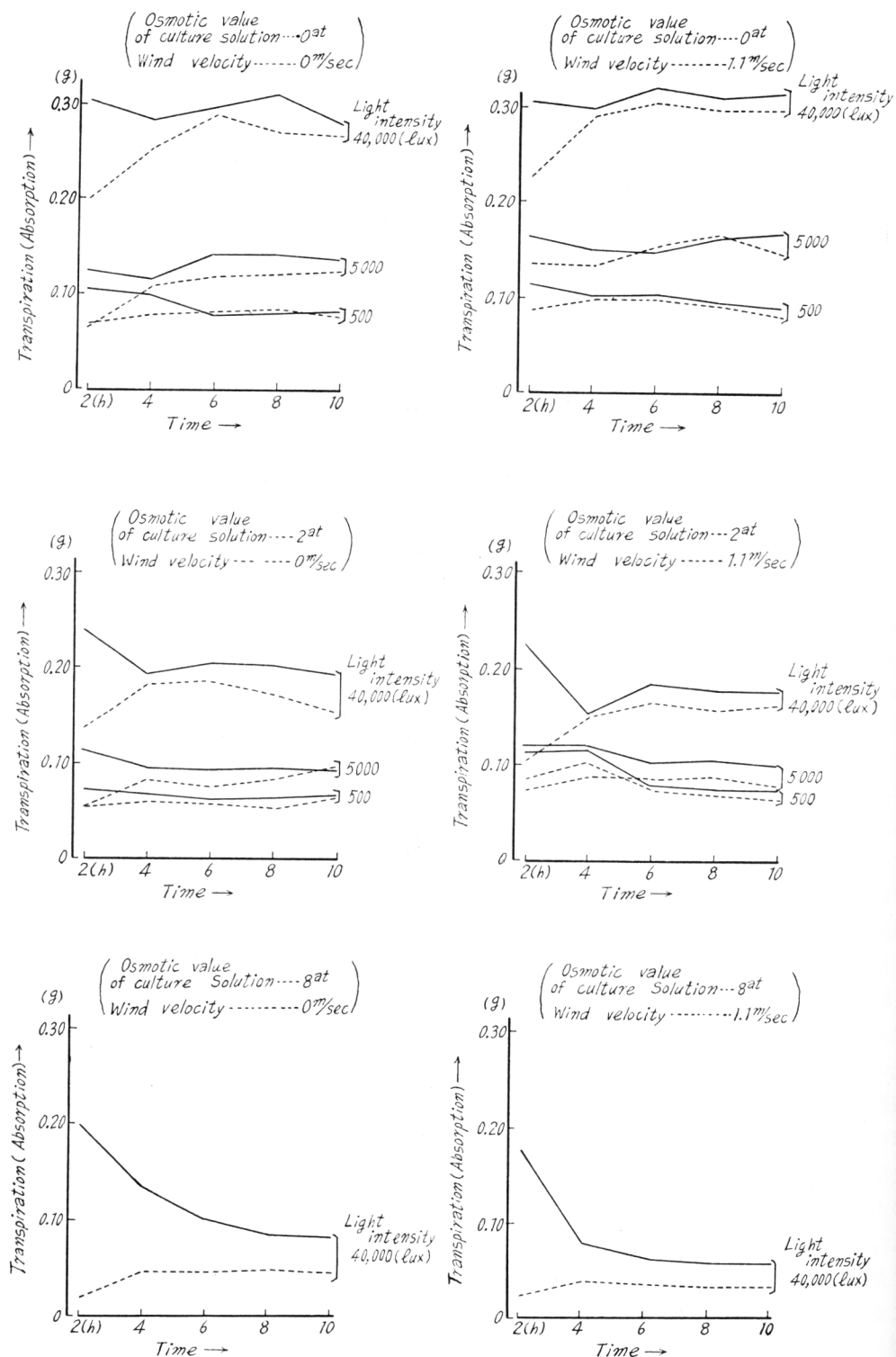
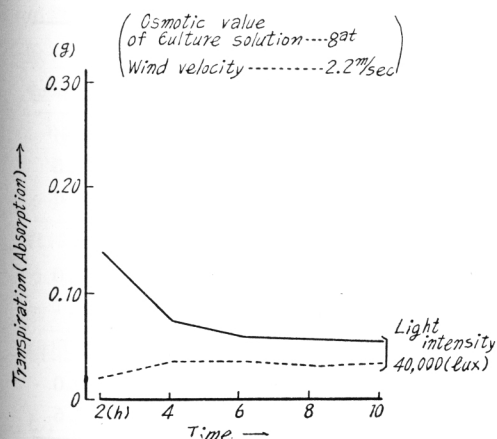
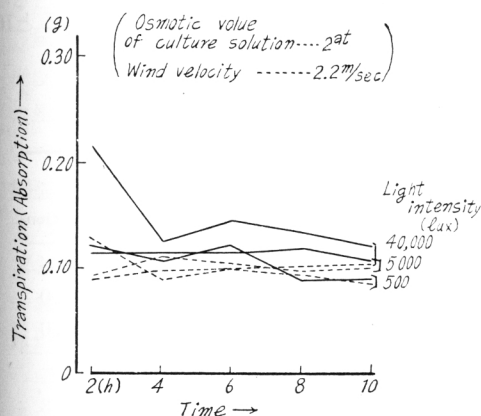
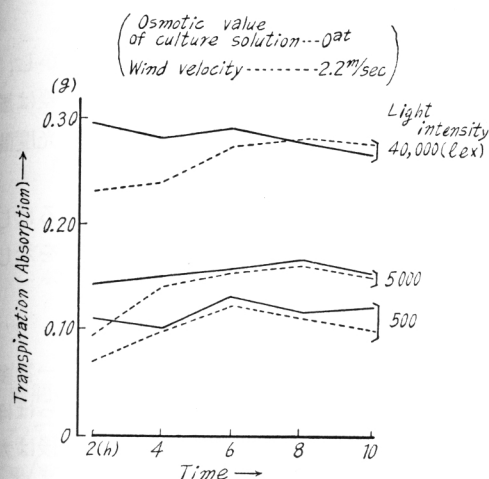


Photo. 4 Illumination apparatus

Fig 4. The effects of light intensity, wind velocity and osmotic value of culture solution on the rates of transpiration and absorption in Sugi.

— Rate of transpiration  
 ---- Rate of absorption





W, 300W, 70W を用いた。), 電球の個数および電球と実験植物との距離とを変えることによつて行つた。なお, 光度の測定にはゴルチンスキーの日照計を用いた。

風は扇風器を用いて生ぜしめ, その回転速度および植物からの距離を変化さすことによつて所要の風速を得た。風速の測定にはカタの温度計を使用した。

また培養液としては蔗糖液を用いその濃度をいろいろ変えてみた。

実験に用いる植物は実験前12時間暗闇に放置し, 植物が出来るだけ同じ水分状態の下で実験にのぞむことができるよう努めた。

## 2) 実験結果と考察

### i) 同一条件を長時間つづけた場合

Fig. 4 に示したグラフは光度, 風速および培養液濃度をいろいろ組合せて10時間同一条件をつづけ, 2時間ごとにその蒸散, 吸水量を測定したもので, その値は試料8個体の平均値である。

### イ) 溶液滲透圧 0 気圧の場合

蒸散は各条件ごとでだいたい各時間とも同量の蒸散を行つているといえる。しかし, 吸水は最初に少く時間の経過につれて増加する傾向にあり, 光度が高まるほどその傾向がはつきりしている。そして蒸散と吸水との差も光度とともに大きくなつていく。このことは蒸散, 吸水両作用の日変化においても見られたごとく, 吸水が光の影響を蒸散の変化を通じて間接的にうけることを示すもので, 吸水を行う根部が光を直接うけないことから当然のことであろう。

光度の高まるにつれてその蒸散, 吸水量が増加しているのはもちろんであるが, 風速に対しては, 弱い光の場合には風速が高まるにつれて蒸散, 吸水ともに増加しているようであるが, 光度が強くなると風速が大きくなるにつれかえつて減少する傾向がみられる。すなわち, 光度が 40,000lux の場合, 風速が 1.1m/sec であると無風の時よりやや蒸散, 吸水量ともに高まつているが, 2.2m/sec になるとかえつて無風の時より減少している。

### ロ) 溶液滲透圧 2 気圧の場合

各条件ごとの時間の経過による蒸散, 吸水量

の変化は 500lux, 5,000lux の場合にはほとんどみられない。しかし, 40,000lux になると蒸散量ははじめの 2 時間に多量にあり, つぎの 2 時間で急激に減少し, その後はだいたい同程度の蒸散量を示している。一方吸水量は溶液滲透圧 0 気圧の時と同じく最初に少くだんだん増えていく傾向がある。蒸散量と吸水量との差も 0 気圧の時と同様に光度が高まるにつれて大きくなっている。

また, 光度の蒸散, 吸水に及ぼす影響も同様に光度が高まるにつれて大きくなっている。しかし, 光度による増加の程度は前者 (溶液滲透圧 0 気圧の場合) にくらべて少く, また, 光度間の差は風速が高まるにつれて小さくなっており, 風速 2.2m/sec における吸水にいたつてはほとんど光度間の差がなくなっている。

なお, 風速による変化は弱い光の下においては溶液滲透圧 0 気圧の時と変わらず風速が高まるにしたがつて増加している。しかし, 40,000 lux になると風速が大となればなるほど逆に減少を示している。

#### ハ) 溶液滲透圧 8 気圧の場合

光度 40,000 lux についてのみ実験を行つたのであるが, 蒸散はいずれも最初の 2 時間に一番多くを示し, つぎの 2 時間に急に減少し, その後も徐々に減少している。そして 8 時間目頃からはほぼ一定になつている。これに対して吸水は最初の 2 時間に少なく, ついで少し増えるがそれ以後は大体同量を示している。また, 蒸散と吸水との差は無風で最大, 2.2m/sec で最小となつているが, この差は他の溶液滲透圧の時とくらべると最も大きい。

全般的にみて, 各風速の時の光度による増加割合は, 風速が高まるにしたがつて減少している。この傾向は溶液滲透圧が高まるにつれてはつきりしている。無風の時に光度が 40,000 lux になると10

Table 2. The proportion of increase or decrease of transpiration and absorption caused by external factors.

Osmotic value of culture solution	Wind velocity	0 m/sec		1.1 m/sec		2.2 m/sec	
	Light intensity	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption
0 at.	500 lux	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	5,000 "	147.7	141.0	156.4	162.0	135.4	138.0
	40,000 "	334.1	328.2	306.9	314.4	248.7	260.0
2 at.	500 "	100	100	100	100	100	100
	5,000 "	148.5	135.1	112.2	102.5	106.6	106.3
	40,000 "	310.6	319.3	201.3	191.1	139.6	110.5

Osmotic value of culture solution	Light intensity	500 lux		5,000 lux		40,000 lux	
	Wind velocity	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption
0 at.	0 m/sec	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	1.1 "	114.9	115.4	121.5	132.7	105.4	110.5
	2.2 "	128.4	128.2	117.7	125.5	95.6	101.6
2 at.	0 "	100	100	100	100	100	100
	1.1 "	136.4	138.6	103.1	105.2	88.3	83.0
	2.2 "	160.6	166.7	115.3	131.2	72.2	57.7
8 at.	0 "	—	—	—	—	100	100
	1.1 "	—	—	—	—	67.8	80.0
	2.2 "	—	—	—	—	62.0	77.5

Light intensity	Wind velocity	0 m/sec		1.1 m/sec		2.2 m/sec	
	Osmotic value of culture solution	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption	Transpiration	Absorption
500 lux	0 at.	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2 "	75.0	73.1	89.1	87.8	93.8	95.0
	8 "	—	—	—	—	—	—
5,000 lux	0 "	100	100	100	100	100	100
	2 "	75.4	70.0	63.9	55.5	73.9	73.2
	8 "	—	—	—	—	—	—
40,000 lux	0 "	100	100	100	100	100	100
	2 "	69.2	71.1	58.4	53.4	52.7	40.4
	8 "	41.2	15.6	26.6	11.3	26.7	11.9

時間の合計で 500lux の時の実に 3 倍以上の蒸散, 吸水量を示しているが, 風速が強くなるにしたがつて, また, 溶液滲透圧が高まるにつれて, その増加割合は減少し, 溶液滲透圧 2 気圧, 風速 2.2 m/sec になるとその増加はほとんどなくなりわずかに 500 lux の時の 1 割の増加を示すにすぎない。(Table 2) この実験の範囲では光度による蒸散, 吸水量の減少は見られず光が強くなるにしたがつて蒸散, 吸水量も増加しているが, もう少し溶液濃度を高め, 風速を強くした状態で光度を変化させるとこの光度の増加による蒸散, 吸水量の減少が見られるのではないと思われる。

風速についてみると, 風による蒸散, 吸水両作用に及ぼす影響の最も著しいのは溶液滲透圧 2 気圧, 光度 500lux の時で, 風速が 2.2m/sec になると無風の時の60%以上の増加を示している。このような風による蒸散量の増加に対し BERNBECK (1924) は風が葉の表面より湿った空気を除去する事によつて気孔を通しての水の拡散を増進せしめることと, 葉片の屈曲運動によつて細胞間隙を交互に収縮膨脹させ飽和空気の排出および乾燥空気の侵入を便利ならしめることの 2 つの理由をあげている。また, 風による蒸散量の減退も多く多くの学者によつて報ぜられその風速もいろいろと研究されているのであるが, この減退を惹き起す風速は光度や温度, 水分状態などによつて種々異なるものであるから一概にはいえない。この実験では光度が 500 lux, 5,000 lux といった弱い間はみられないが 40,000 lux になると減少がみられた。

溶液濃度の増加は根の吸水をさまたげるから蒸散, 吸水量ともに濃度が高まるにつれて減少しているのは当然のことであるが, 光度が強くなるにしたがつてその減少の程度が急激である。これらのことは光度の上昇による蒸散の促進と溶液濃度の増大による吸水の困難とにより植物体内の水分含有量が急激に減少したため蒸散の抑制が起つたものだろう。すなわち, 植物体内には常に体内の水分含有量を適度に保つようにする力が存在する。40,000lux において風速とともにその比率が落ちているのも同じ理由からであろう。

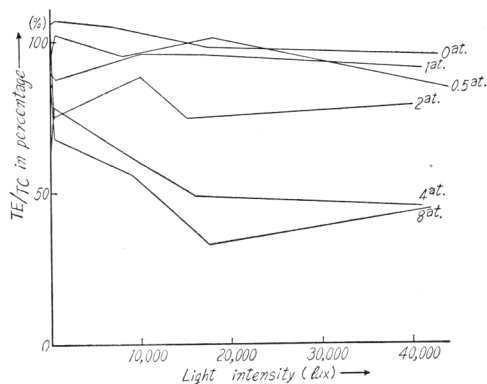
#### ii) 条件を短時間で変化した場合

この実験はおもに培養液濃度の蒸散, 吸水に及ぼす影響をよりくわしく調べようとしたもので, 種々の培養液濃度で光度を暗闇から 2 時間ごとに強度のものに移して蒸散, 吸水量を測定してみた。これには前述のごとくして育てたスギ 2 年生苗 9 個体を用い, 実験植物 (培養液濃度を変えて実験を行うもの) 7 個体, control 植物 (培養液濃度を変えず, つねに蒸溜水を用いて実験植物に対比さすもの) 2 個体に分けた。もちろん実験は 9 個体同時に, 同条件の下で行つた。Fig. 5, Fig. 6 は以上の結果を control 植物に対する百分率で示したものである。

一般に濃度が高まるにつれて蒸散, 吸水量が急激に減少しているのは前の実験と同様である。しかし, 暗闇および 500lux の条件においてはさしたる影響はみられずまちまちである。そして光度の上

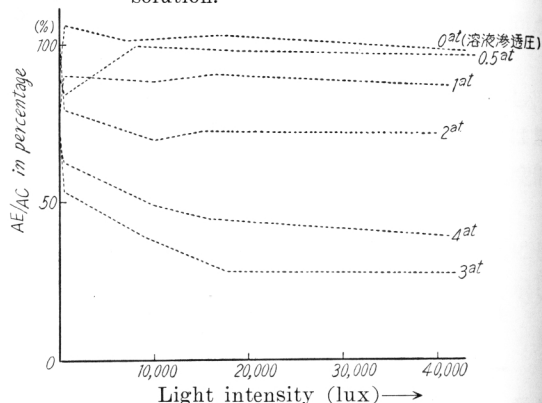


Fig 5. The comparison of transpiration at the various osmotic values of culture solution.



TE : Transpiration of experimental plants  
Tc : Transpiration of control plants

Fig 6. The comparison of absorption at the various osmotic values of culture solution.



AE : Absorption of experimental plants  
AC : Absorption of control plants.

昇とともに影響が大となっている。これは実験前まで暗闇の中に長時間放置されていたので植物体内の水分含有量が十分であつたのと蒸散、吸水量の絶対値が小さいためであろう。

40,000lux のところでみると、蒸散量についてはややまちまちであるが、吸水量では濃度が4気圧のあたりまでは濃度が高まるにつれてほとんど直線的に減少し、8気圧のところではその減少の仕方が弱くなっている。したがって、溶液濃度と吸水との関係は濃度の低い間は直線に近い関係を示すが、全体としてはある彎曲した関係曲線を示しているといえそうである。(Fig. 7) これは田川 (1937) の得た結果と似ている。この Fig. 7 から培養液濃度の影響は蒸散よりも吸水により大であるということがうかがえる。これは光の影響が蒸散、吸水にほぼ同程度の影響を与えているのと異なる。

光度についてみると、これの蒸散、吸水量の減少に及ぼす影響は 20,000 lux あたりまで増加し、それ以上の光度は影響がほぼ一定している。

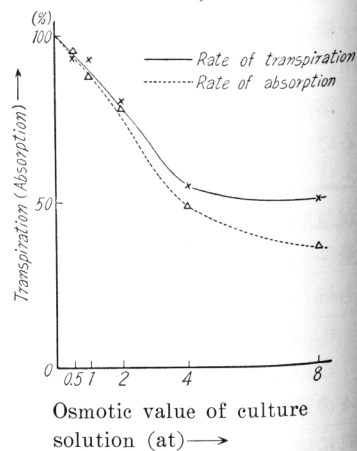
#### IV 総 括

林木稚苗(スギ、ヒノキ、アカマツ)を用いてそれらの蒸散、吸水両作用におよぼす光、風、培養液濃度の3つの外的環境因子の影響を調べてみた。これら環境因子は個々独自に作用するものではなくいろいろの因子がかさなりあつて影響するものであるから、実験は他のおもな外的因子である温度および湿度をそれぞれ20°C、60%に制御せる部屋で行つた。結果を総括するとつぎのとおりである。

##### 1) 蒸散、吸水作用の日変化

1日における蒸散、吸水作用の変化をみると、これらの作用は光度の動きと密接な関係にあり、光度の上昇、下降にしたがつて増減する。したがって蒸散、吸水量はともに光度の一番大きい12~14時に最大となり、夜間に最小となつた。また、この両作用の日変化はほぼ同様の行程を示すが吸水作用は蒸散作用よりすこし遅れて変化し、吸水作用の最大は相対する蒸散作用の最大よりやや低く、最小

Fig 7. The decrease of transpiration and absorption caused by the increase of osmotic value of culture solution.



は相対する蒸散作用の最小より幾分高かった。

## 2) 人工照明の影響

人工照明による結果もまた蒸散、吸水作用が光の影響を強くうけることを示しており、光度が 40,000lux になると 500lux の時の 3 倍以上に達した。しかしながら、この光度の上昇による増加割合は風速が強まるにしたがつて、また溶液滲透圧が高まるにつれて減少する。そして溶液滲透圧 2at、風速 2.2m/sec になると光度が増加しても蒸散、吸水作用はほとんど増加せず 500lux の時のわずかに 1 割の増加を示したに過ぎない。

## 3) 風の影響

風もまた蒸散、吸水作用に相当いちじるしい影響を与えた。この因子はとくに他の因子との関連性が大きく、それらの因子の状態によつてその影響を異にしている。たとえば、他の因子が蒸散作用をあまり刺戟せず（すなわち、光度が弱い時など）、吸水作用に有利な条件（すなわち、溶液滲透圧が 0at、換言すれば土壤水分が充分にある時など）の場合には風速の強まるにしたがつて蒸散、吸水作用は増大している。しかしながら、このような因子が逆になるとかえつて風速が増加するとともに蒸散、吸水作用は減少を示した。もちろん、前者の場合にもあまりに風速が大になれば蒸散、吸水曲線はある風速でピークを作りだんだん減少するものと思われる。後者の場合は風速 1.1m/sec ですでにこのピークを過ぎているのであろう。光度についてもまた同様なことがいえるものと思われる。

## 4) 培養液濃度の影響

この影響もまた大であり濃度が高まるにしたがつて蒸散、吸水量は減少している。この減少の仕方は濃度の低い間はほぼ直線的に減少するが、溶液滲透圧が約 4at に達すると急に緩慢になり蒸散にいたつては 4 気圧以上の場合ほとんど減少を示していない。

## 文 献

- 1) Bernbeck, O. 1924: Wind und Pflanze. Flora 117.
- 2) Bonner, J. and A. W. Galston: 植物の生理 (高宮, 小倉訳).
- 3) Briggs, L. J. and H. L. Shantz 1916: Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors. Jour. Agric. Res., 5.
- 4) 林 真二 1953: 栽培圃場に於ける圃場容水量および初期萎凋点の重要性 農業および園芸 vol. 28. No. 3
- 5) Herrick, E. M. 1933: Seasonal and diurnal variations in the osmotic values, and suction tension values in the aerial portions of *Ambrosia trifida*. Amer. Jour. Bot. 20.
- 6) 篠瀬理一郎 1932: 植物水分生理
- 7) 郡場 寛 1954: 植物生理生態
- 8) Kramer, P. J. 1937: The relation between rate of transpiration and rate of absorption of water in plants. Amer. Jour. Bot. 24.
- 9) ———— 1939: The effect of drops of water on leaf temperatures. Amer. Jour. Bot. 26.
- 10) ———— 1949: Plant and Soil water Relationships.
- 11) Martin, E. V. 1934: A large-capacity drying oven with constant uniform temperature and forced ventilation. Plant Physiol. 9.
- 12) ———— and F. E. Clements. 1935: Studies of the effect of artificial wind on growth and transpiration in *helianthus annuus*. Plant Physiol. 10.
- 13) Maximov, N. A. 1929: The plant relation to water. (translated by R. H. Yapp)
- 14) 岡崎文彬 1953: 林木のなかの水
- 15) 坂村 徹 1952: 植物細胞滲透生理
- 16) ———— 1954: 植物生理学
- 17) Satoo, T. 1948: Effect of wind and temperature surrounding roots on transpiration of plants in dormant season. 東大演報 36.
- 18) ———— 1949: Relation between rate of transpiration and rate of absorption of water in seedling of *Cryptomeria japonica* exposed to artificial wind. 東大演報 37.
- 19) ———— 1951: Leaf temperature in relation to the influence of wind on transpiration of plants. I,

## II, III, 東大演報 39.

- 20) ———— 1953 : 苗畑と水.  
 21) ———— 1955 : スギ, ヒノキ, アカマツの蒸散作用に及ぼす風の影響 東大演報 50.  
 22) Tagawa, T. 1935 : The influence of light on the stomatal opening. Jap. Jour. Bot. 8.  
 23) ———— 1937 : The influence of the temperature of the culture water on the water absorption by the root and on the stomatal aperture. Jour. Facul. Agr. Hokkaido Imp. Univ. 39.  
 24) ———— 1941 : 植物体の吸水度並に気孔開度に及ぼす温度の影響 植物及び動物 vol. 9, No. 12.  
 25) 竹内 亮 1927 : 植物と外界との関係の数量的方法による研究 II 九大学芸雑誌 2.  
 26) 戸荻義次他 1954 : 作物の生理生態.

## Résumé

This report deals with the effect of three environmental factors (light intensity, wind velocity and concentration of culture solution) on the rates of transpiration and absorption of water in the seedlings of some species (*Cryptomeria japonica* D. Don. (Sugi), *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. (Hinoki) and *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (Akamatsu).

For the purpose of studying the effect of a certain external factor, it is necessary to control other conditions. For this reason, these experiments were performed in the phytotron (temperature 20°C, humidity 60%). The outline of these results is as follows ;

1) The diurnal changes of transpiration and absorption have a close relation with light intensity. (Fig. 2, 3) The maxima of these two functions occurred near midday, while the minima came at midnight. Transpiration and absorption showed similar diurnal changes, but absorption slightly lagged in time behind transpiration. And the maximum absorption was a little lower than the maximum transpiration, while the minimum absorption was higher than the minimum transpiration. Besides, the results of these experiments showed no essential difference among species and by seasons.

2) The effect of the artificial light on the rates of transpiration and absorption is also remarkable. (Fig. 4, Tab. 2) Transpiration and absorption at 40,000 lux were three times as large as those at 500 lux. But these increasing rates of transpiration and absorption caused by the increases of light intensity reduced as wind velocity became higher, and this tendency was observed more clearly when concentration of culture solution became thicker. After the osmotic value of the solution became over 2at. and the wind velocity over 2.2m/sec. the further increases of light intensity did not cause any noticeable increases in transpiration and absorption, only 10% increase at 5,000 lux.

3) The wind also gives a noticeable influence upon the rates of transpiration and absorption. But the effect of this factor differs according to other conditions. Namely, when the other factors hardly encouraged transpiration and were profitable to absorption (for example : dim light and dilute culture solution), these two functions increased with wind velocity, although in the opposite conditions, these two functions decreased with the increase of wind velocity.

4) The increase of concentration of culture solution caused the decreases of transpiration and absorption. The decreases of the two functions were almost linear while the concentration of the solution was below 4at. (the osmotic value), but slowed down remarkably at 4at. and over. Particularly the transpiration hardly over decreased above 4at..